



Ogräsbekämpning i sockerbetor med en kombinerad bandspruta och radrensare

Weed control in sugar beets with a combined bandsprayer and inter-row cultivator

Per-Olof Ohlson



Examensarbete

Institutionen för lantbruksteknik
Avd för park- och trädgårdsteknik

Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Agricultural Engineering

Rapport 211
Report 211

Alnarp 1996
ISSN 00283-0086
ISRN SLU-LT-R-211-SE

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	1
SAMMANFATTNING	2
ABSTRACT	3
INLEDNING	4
LITTERATURSTUDIE	5
Bandsprutning	5
Kombinerad bandsprutning och radrensning	5
Mätning av dammning vid jordbearbetning	6
MATERIAL OCH METODER	6
Utrustning	6
Den kombinerade bandsprutan och radrensaren	6
Bandsprutan och bredsprutan	8
Radrensaren	8
Dammätningsutrustningen	9
Försök	9
Kombinerad bandsprutning och radrensning	9
Munstycksplacering och dammning	10
Ogräsbekämpning	10
Registrering och avläsning av ogräs	10
Statistiska analyser	11
RESULTAT OCH DISKUSSION	11
Herbicideförbrukning	11
Tidsförbrukning	11
Ogräseffekt	12
Jordövertäckning	13
Randeffekter	14
Sprutskuggor	15
Munstycksplacering och dammning	15
SLUTSATSER	17
REFERENSER	18
BILAGA 1	19

FÖRORD

Denna rapport utgör en redovisning av mitt examensarbete på agronomlinjen vid Sveriges lantbruksuniversitet. Rapporten behandlar problem och möjligheter med en kombinerad bandspruta och radrensare, samt inverkan av dammning vid behandling. Rapporten riktar sig både till forskare och rådgivare, men också till sockerbetsodlare och andra som är intresserade av minskad kemisk bekämpning i sockerbetor. Arbetet är utfört vid avdelningen för Jordbruksteknik, Danisco Sugar AB, Arlöv. Undersökningen ingår i en större satsning inom sockernäringen för att finna ekonomiskt bärkraftiga metoder för minskad användning av kemisk bekämpning.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare, AgrD Johan Ascard vid Institutionen för lantbruksteknik SLU, Alnarp, som kommit med goda råd och stöd. Professor Thomas Nybrant har varit min examinator. Jag vill också tacka agronom Anders Ebelin och agronom Robert Olsson på Danisco Sugar AB för stort stöd vid upprättande av försöksplan och hjälp under arbetets gång. Försöksledare Harriet Blomé, försöksteknikerna Åke Wext, Leif-Göran Jönsson, Richard Hansson och Mats Pålsson vid försöksavdelningen på JT vill jag också tacka för hjälp i försöken.

Arlöv i augusti 1996

Per-Olof Ohlson

SAMMANFATTNING

Ett av de större problemen i sockerbetsodling är ogräsbekämpningen. Vanligtvis bekämpas ogräsen kemiskt, men målet är att minska den kemiska bekämpningen till fördel för andra tekniker. En teknik kan vara att bekämpa kemiskt i raden och mekaniskt mellan raderna. Normalt bandsprutas och radrensas fältet i separata arbetsmoment. Man kan spara tid och energi om bandsprutan och radrensaren byggs samman till en maskin.

Tre fältförsök utfördes i sydvästra Skåne under 1996. Syftet med undersökningen var främst att jämföra en ny kombinerad bandspruta och radrensare dels med konventionell bredspritning, dels med bandspritning och radrensning i separata arbetsmoment. Den kombinerade maskinen bestod av en 12 rader bred radrensare (48 cm radavstånd) med påmonterad bandsprutningsutrustning. Bandsprutning gjordes i samtliga fall i ett 12 cm brett band i raden. Totalt gjordes 3-4 herbicidbehandlingar med flerkomponentblandning.

Bandsprutning med 12 cm bandbredd och separat radrensning gav 75 % lägre herbicidförbrukning än bredspritning. När första behandlingen bredsprutades och följande behandlingar bandsprutades blev herbicidbesparingen 55 %. Separata bandsprutningar och radrensningar tog mer än dubbelt så lång tid som bredspritning. Kombinerad behandling spar mellan 10 och 30% jämfört med separata behandlingar beroende på om en avslutande radrensning behöver utföras.

Den kombinerade bandsprutningen och radrensningen gav generellt något sämre ogräseffekt (92 %) än normal bredspritning (99 %). Bandsprutning plus separat radrensning gav 94 % ogräseffekt. Den svagare effekten av bandsprutningen berodde på en kombination av för smalt band och för dålig styrning. I den kombinerade behandlingen uppstod problem med fler ogräs i kanten av det besprutade bandet. Detta berodde delvis på att ogräs som hade roten nära betraden men bladmassan mellan raderna varken blev besprutade eller mekaniskt bekämpade. Ett annat stort problem var att jord som kastades upp från vinkelskär och ribbvält täckte ogräsen och försämrade effekten av den kemiska behandlingen.

I samband med samtidig bandsprutning och radrensning finns risk för att dammning från gåsfotskären ställer till problem för sprutningen. Därför undersöktes också olika placering av munstycket; framför, bredvid eller bakom gåsfotskåret. Ogräseffekten var något bättre när sprutmunstycket var placerat framför radrensaren, men skillnaderna var ej signifikanta. Dammningen mättes med filtermetoden på respektive munstycksplats i radhackan. Fuktiga markförhållanden vid behandlingarna gjorde emellertid att dammningen var obetydlig, men mätningarna visade att det var mer damm bakom radrensaren än framför. Jordöverhöljningen från radrensarskären hade överordnad betydelse och dammningens betydelse kunde därför inte fastställas.

Kombinerad bandsprutning och radrensning är en användbar metod men undersökningen visade att med nuvarande styrteknik måste bandbredden vara större än 12 cm. Det måste finnas ett visst överlapp mellan besprutad och radrensad yta. Kombinerad behandling är ingen universallösning som fungerar i alla lägen. Det kan t.ex. vara svårt att finna lämplig behandlingstidpunkt eftersom fuktiga förhållanden gynnar sprutningen, medan radrensningen fungerar bättre vid torra förhållanden. Tids- och herbicidbesparingen gör emellertid metoden intressant som en lösning för odlare som vill minska den kemiska bekämpningen utan att behöva öka arbetsbördan så mycket som bandsprutning och radrensning i separata moment kräver.

ABSTRACT

Title:

Weed control in sugar beets with a combined band-sprayer and inter-row cultivator

One way of reducing the cost and use of herbicides in sugar beets is to use band-spraying and inter-row cultivation. This technique however requires more labour than overall spraying. Therefore, a combined band-sprayer and inter-row cultivator was built and evaluated.

The objective was to compare combined band-spraying and inter-row cultivation with conventional overall-spraying and band-spraying plus inter-row cultivation in separate operations. The herbicides were applied in 12 cm bands over the rows.

Banded application reduced the use of herbicides by 75%. Separate band-spraying and inter-row cultivation required twice as much labour than overall-spraying. Combined band-spraying and inter-row cultivation reduced the labour by 10 -30% compared with separate treatments.

Overall spraying gave 99 % weed control. The band-sprayed treatments gave slightly lower weed control because of too narrow band width and inaccurate guidance.

Three different positions of the nozzles on the inter-row cultivator were evaluated; in front of, in the middle of and behind the cultivator. The dust that was expected to be a problem did not appear because the soil was moist. Consequently there was no correlation between weed-control and dust in the three different positions.

Combined band-spraying and inter-row cultivation is a useful method but the band-width was too narrow on this prototype and the guidance system has to be improved. Combined treatment is recommendable to farmers who want to decrease the herbicides without increasing labour too much.

INLEDNING

Sockerbetsodlingen omfattar i Sverige ca 60 000 ha, och är belägen i södra Sverige. Alla sockerbeter köps och processas till socker av Danisco Sugar AB (f.d. Sockerbolaget). Avdelningen för jordbruksteknik (JT) inom Danisco Sugar AB sysslar bland annat med att tillsammans med sockernäringen utveckla betodlingen.

Sockerbeter sås i rader med 45-50 cm mellanrum. Det tar ca två månader innan betorna har blivit så stora att de täcker radmellanrummen och kan konkurrera med ogräsen. Därför är ogräsbekämpning ett av de större problemen i sockerbetsodling. Odlarna har en bekämpningsstrategi som ofta innebär 2-3 sprutningar med en flerkomponentblandning.

Betodlingen förbrukar relativt mycket bekämpningsmedel och ett mål är därför att minska den kemiska ogräsbekämpningen. Ett sätt att minska användningen är att endast spruta i band över raderna och bekämpa ogräsen mellan raderna mekaniskt. Därmed kan mängden aktiv substans per hektar mer än halveras. Bandbredden avgör hur mycket bekämpningsmedel som sparas. Med kombinerad bandsprutning och radrensning i samma maskin behövs mindre överlappning mellan bandsprutad och radrensad yta då inga körmistor uppträder p.g.a. vingling. Därmed kan bandbredden minskas och bekämpningsmedel sparas.

Vid normal bandbehandling bandsprutas och radrensas fältet i separata körmoment, vilket tar mer tid i anspråk. Separat bandsprutning och radrensning kräver två maskiner som vardera är dyra då de har liten årlig användningstid. Kombinerad behandling görs med en maskin (radrensaren) vilket kan göra metoden billigare. En kombinerad körning sparar både tid och bränsle.

Bandsprutning med normal bandbredd (24 cm) fungerar bra i praktisk odling, och bandsprutning med smala bandbredder fungerar i små parcellförsök, men det är oklart om bandbredden kan minskas till 12 cm i stor skala. Problem som uppkommer vid smala bandbredder är att mängden sprutvätska per hektar blir för stor p.g.a. att dagens sprutmunstycken ger för stora flöden. Hastigheten måste därför ökas, vilket visserligen sparar tid men problem med styrning, dammning och jordövertäckning ökar.

Dammningen som uppstår vid radrensning kan vara ett problem för både appliceringen av herbiciden och dess effekt på ogräsen. Släpmedarna på bandsprutan kan i vissa fall orsaka så mycket damm att odlare väljer att bredspruta istället. Dammningen blir troligtvis större vid samtidig radrensning. Sprutmunstyckets placering i radrensaren kan alltså ha betydelse för hur sprutningen påverkas av dammet. Det finns inga dokumenterade mätningar av dammningen i samband med bandsprutning eller radrensning. Bakgrunden till att odlare avstår från bandsprutning vid torr och dammig väderlek har sin grund i tyckande, inte vetenskapliga mätningar.

Syftet med dessa undersökningar var främst att jämföra en ny kombinerad bandspruta och radrensare med konventionell bredsprutning och med bandsprutning plus separat radrensning. Olika kombinationer av bred- och bandsprutning undersöktes för att få behandlingskombinationer som är intressanta i praktiken.

Syftet med undersökningen av olika munstycksplacering och dammning var att få reda på var bästa placering var, samt dammningens betydelse för ogräseffekten. Kan dammhalten mätas på ett enkelt sätt? Om dammhalten kan mätas kan ogräseffekten relateras till den? Var i radrensaren dammar det mest?

LITTERATURSTUDIE

I betodling är ogräsbekämpning ett av de större problemen. Betorna klarar inte att på egen hand konkurrera med ogräsen. Med mekanisk radrensning mellan raderna och helt utan bekämpning i raden sänks sockerskörden med 1/4. Om ogräsbekämpning helt utesluts sänks skörden med 2/3. För varje procent av markytan som täcks av ogräs i augusti minskar skörden med 0,4 %. Minskningen gäller inom intervallet 5-40 % marktäckning (Olsson, 1995).

Det är en allmän strävan att minska användningen av kemiska bekämpningsmedel. Men minskningen får inte innebära att kraven på ogräsbekämpning sänks. Kemisk bekämpning måste enligt Olsson (1995) så långt som möjligt ersättas av andra tekniska lösningar, som till motsvarande kostnad ger samma resultat. En sådan teknisk lösning kan vara att bandspruta i raderna och radrensa mellan dem.

Bandsprutning

Ca 1/3 av betodlingen bandsprutas i Sverige. Vid bandsprutning besprutas endast ett band som är mellan 16 - 24 cm brett (Olsson, 1995). Bandsprutning har både fördelar och nackdelar. Den största fördelen är att mer än hälften av bekämpningsmedelsinsatsen sparas (beroende av bandbredden) (Limb, 1993). Andra fördelar är att munstyckena är vindskyddade vilket minskar vindkänsligheten. Ytterligare en fördel är ökad precision då mynstyckshöjden styrs individuellt från markytan (Olsson, 1989; Limb, 1993). En av nackdelarna som begränsar tekniken är att den har låg arbetskapacitet (Olsson, 1989). Det krävs ca 2,5 ggr så lång tid att bandspruta och radrensa jämfört med endast bredsprutning (Olsson-Sörensson, 1991). En annan nackdel är att bandsprutan är relativt dyr då den har liten årlig användningstid. Större risk för misslyckande då radrensningen är känslig för regn är också en nackdel (Olsson, 1989). Palmer och May (1986) menar att bandsprutningen skall ses som en teknik att använda om vädret är tjänligt, men om det är ostadigt och risk för regn skall man bredspruta.

I praktisk odling påstår odlare att det ibland uppstår sämre effekter efter bandsprutning än efter motsvarande bredsprutning (Ebelin, pers.med., 1996). I omfattande fältförsök under åren 1988 - 91 har dock inte några försämrade effekter uppmätts (Olsson-Sörensson, 1992).

Kombinerad bandsprutning och radrensning

För att bandsprutning skall vara ekonomiskt intressant måste användaren spara pengar på behandlingen. Det innebär att den insparade herbicidkostnaden måste överstiga arbets- och maskinkostnaden för bandsprutning och radrensning. Von Wevers (1991) fann att alternativintäkten för arbetet att bandspruta kan variera mycket mellan olika lantbrukare, och

därför kan förutsättningarna vara mycket skiftande från fall till fall. Olsson (1995) anger dock att en av anledningarna till att bandsprutningen inte slagit igenom fullt ut är att det ökade arbetet inträffar under en tidsperiod på året då lantbrukaren redan har en arbetstopp.

Von Wevers (1991) har undersökt om bandsprutning och radrensning kan kombineras i en körning. Speciellt undersöktes hur mycket sämre effekt ett munstycke gav jämfört med två, samt vilken effekt eventuell dammning hade på ogräseffekten. Vid första behandlingarna spelade det mindre roll om ett eller två munstycken användes, men när betorna hade 6 till 8 blad eller mer blev det för stora sprutskuggor under bladen vid sprutning med endast ett munstycke. Effekten av dammningen undersöktes först i ett test i växthus. Före herbicidbehandlingen ströddes damm över ogräsplantorna. På de neddamnade ogräsen var ogräseffekten 94% jämfört med 97% på obehandlade ogräs. Skillnaden var dock inte signifikant och utan praktisk betydelse. I försök med odlade rapsplantor i fält var dammningseffekterna också små och utan praktisk betydelse. Dammningen kan ändå, enligt von Wevers (1991), vara ett problem i praktisk odling.

Mätning av dammning vid jordbearbetning

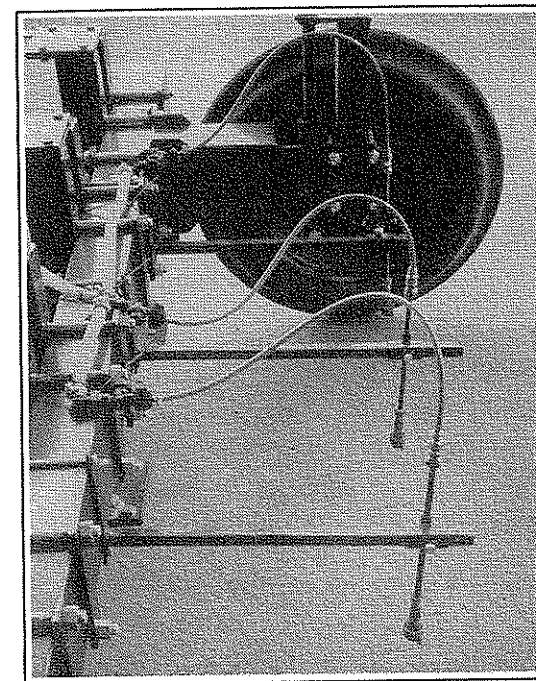
JTI (Jordbrukstekniska institutet) gjorde på 1970-talet mätningar av dammning vid jordbearbetning för att kunna förbättra hyttklimatet i traktorer. Trots att mätningarna gjordes för 20 år sen, är teknikerna för att mäta i stort sett samma idag (Bergström, pers.med., 1996; Abrahamson, pers. med., 1996). JTI använde sig av totaldammhaltsbestämning i sin undersökning (Gustavsson, Eriksson & Norén, 1978). Vid mätningen suges en viss mängd luft med damm in genom ett filter. Dammet fastnar i filtret som vägs före och efter provtagning. Genom mätning av luftvolymen som passerat filtret kan totaldammhalten beräknas (Kranz & Christensson, 1974).

MATERIAL OCH METODER

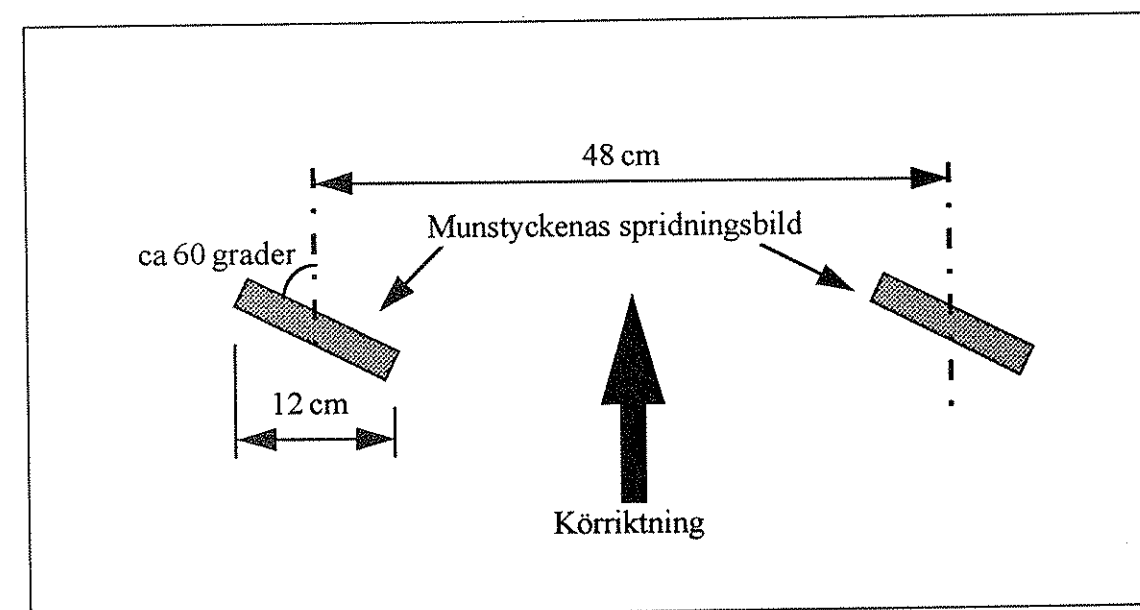
Utrustning

Den kombinerade bandsprutan och radrensaren

Maskinen byggdes utifrån en 12-radig JT-radensare som kompletterades med ett sprutmunstycke av typ Teejet 8001 EVS över varje rad (figur 1). Munstycket vinklades något i förhållande till körriktningen för att kunna spruta 12 cm brett och samtidigt inte vara för lågt placerat. Munstycket var 14 cm över marken och vinklat ca 60 grader förhållande till körriktningen (figur 2). Höjden på munstycket styrdes från ramen på radrensaren som i sin tur hängde i traktorns lyftarmar. Munstyckena längst bak utrustades med en släpande med för att uppnå bra höjdregering.

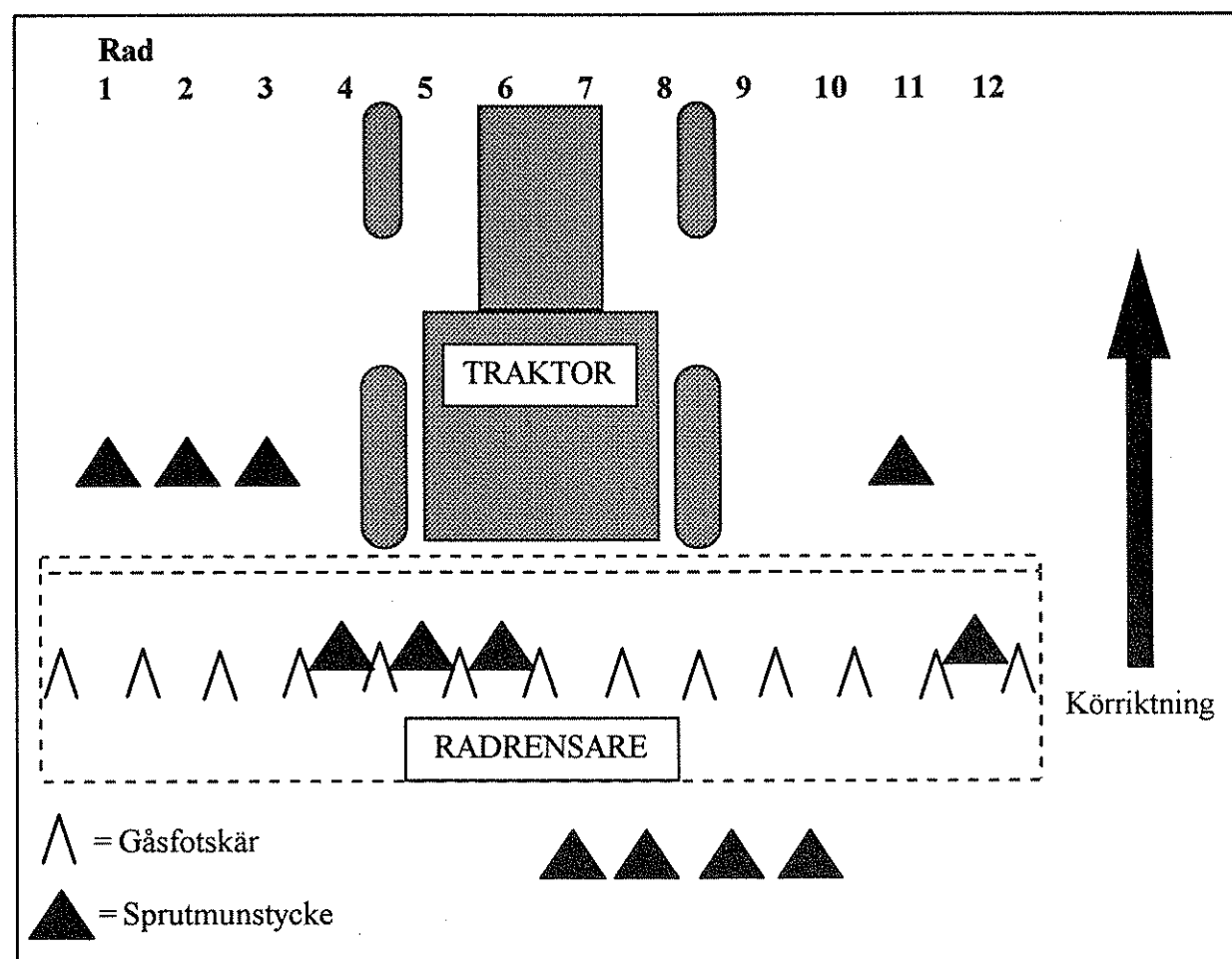


Figur 1. Munstyckenas infästning i ramen på radrensaren.



Figur 2. Sprutmunstyckenas spridningsbild och vinkel i förhållande till körriktningen.

Munstyckena placerades på olika ställen i radrensaren för att finna lämplig placering i förhållande till dammning eller andra problem som kan uppstå vid körningen. Därför byggdes radrensaren så att i fyra av de tolv raderna var sprutmunstycket placerat 1 meter framför det första gåsfotskåret, i fyra av raderna var munstycket placerat precis framför gåsfotskåret, och i fyra rader var munstycket placerat 70 cm bakom radrensaren (figur 3). Att respektive fyra rader inte kom upp till varandra berodde på bland annat mekaniska problem vid hopfällning av radrensaren.



Figur 3. Principskiss över munstyckenas olika placering i radrensaren. Munstyckena satt inte tillsammans beroende på tekniska problem vid bland annat hopfällning av maskinen. Streckade linjer stiliserar radrensaren. Gåsfotskären som går mellan raderna är utritade.

Bandsprutan och bredsprutan

Bandsprutan som användes i försöken var en 12 radig JT-bandspruta med två munstycken per rad och vridbar munstycksinfästning så att 12 cm bandbredd var möjlig att ställa in. Båda munstyckena var av typ Teejet 8001 EVS och satt ca 15 cm ovan marken.

Bandsprutan hade en specialmonterad bredsprutningsramp som fungerade som en vanlig ramp. Rampen satt på 50 cm höjd och var utrustad med XR Teejet 11004 VS munstycken.

Radrensaren

Radrensaren som användes var samma 12 radiga JT-radrensare som utgjorde stommen i den kombinerade bandsprutan och radrensaren. Radrensaren lämnade en 12 cm bred obearbetad

remsa i raden. Inför den avslutande radrensningen monterades skräppinnar som justerades så att de lämnade ca 7 cm obearbetat i raden.

Dammättningsutrustningen

Totaldammhalten bestämdes genom filtermetoden. Sugkällan vid dammätningen bestod av en Nilfisk dammsugare, omlindad till 12 V för att kunna användas på traktorer. Luftmängden som sögs igenom ett filter var konstant och låg på 0,32 liter luft per sekund. Ett milliporfilter (samma typ som används vid arbetsmiljöundersökningar) monterades precis ovanför ett munstycke på respektive munstycksplats i radrensaren. Filtrens vikt analyserades på Yrkesmedicinska kliniken, Lunds lasarett.

Försök

Kombinerad bandsprutning och radrensning

Försöken genomfördes på tre olika platser i sydvästra Skåne, hos Hushållningssällskapet i M-län på Borgeby gård, på Skabersjö Gods AB samt hos Evert Olsson i S.Sallerup. Försöken var upplagda som randomiserade blockförsök med fyra block, där varje parcell var 12 rader bred och mellan 38 och 80 meter lång beroende av försöksplatsens storlek.

Utifrån syftet lades en försöksplan upp med ett obehandlat led, ett konventionellt bredsprutat, tre olika led med kombinerad bandsprutning och radrensning samt ett led med bandsprutning i 12 cm band (tabell 1). Led c bandsprutades varje gång, medan led d och E bredsprutades första gången för att passa in i odlarnas maskinuppsättningar som vanligtvis inte innehåller en betsåmaskin med bandsprutningsutrustning. Betorna var även för små vid första spruttillfället för att kunna radrensas. Efterföljande två sprutningar utfördes med den kombinerade bandsprutan och radrensaren. Dosen bestämdes av platsens behov och var samma i alla led (förutom led E) vid varje behandling. Led E besprutades med högre dos för att övervinna eventuell effektförsämring p.g.a. dammning.

Tabell 1. Försöksled

Led	Behandling
a	Endast radrensning (kontroll)
b	Konventionell bredsprutning tre gånger samt en avslutande radrensning
c	Bandsprutning (12 cm) jordherbicid vid sådd, därefter två behandlingar med kombinerad bandsprutning (12 cm) och radrensning samt en avslutande radrensning.
d	Första behandlingen bredsprutning, därefter två behandlingar med kombinerad bandsprutning och radrensning, samt en avslutande radrensning.
E	Som led d, men högre dos
f	Bandsprutning (12 cm) tre gånger och två separata radrensningar.

För att både få lämplig vätskemängd och körhastighet, valdes vätskemängden 320 l/ha effektivt i raden och körhastigheten 5 km/h vid kombinerad bandsprutning och radrensning. Till skillnad från den kombinerade maskinen hade bandsprutan två munstycken per rad, och för att spruta samma vätskemängd per ha kördes bandsprutan i 10 km/h. Bredsprutningen anpassades också till 320 liter vätska per ha, vilket gav en körhastighet på 3,8 km/h.

Munstycksplacering och dammning

Försöken med de olika placeringarna låg som strimförsök i leden som behandlades med den kombinerade maskinen (led c, d, och E) med fyra rader i varje strimma. Vid alla behandlingarna kördes redskapet i samma riktning, så att raderna blev behandlade lika varje gång.

Dammprovtagningen genomfördes endast i Borgeby och Skabersjö p.g.a. att parcellängden i S.Sallerup var för kort. Provtagningen gjordes i fyra parceller med varje filter, och vid två tillfällen på varje försöksplats. Parcellängden gjorde att provtagningstiden var 180 s i Borgeby samt 240 s i Skabersjö.

Ogräsbekämpning

Herbicidehandlingarna efter betornas uppkomst gjordes behovsanpassat med flerkomponentblandningar, där normaldosen var :
1-1,5 kg Goltix WG (metamitron 700 g/kg),
1-1,5 l Betanal SC (fenmedifam 160 g/l),
0,2-0,4 l Tramet 50 SC (etofumesat 500 g/l) och
1 l Rako (vegetabilisk olja) per hektar.

Detaljerna kring herbicidehandlingar och radrensningar är redovisade i bilaga 1. Behandlingarna var likartade för alla tre försöken, förutom en fjärde behandling i Borgeby som fick sättas in på grund av ett högt ogrästryck (10 - 60 ogräs per meter i raden) efter tredje behandlingen. Fjärde behandlingen genomfördes på samma sätt som tredje behandlingen.

I Borgeby blev även tredje behandlingen avbruten p.g.a. regn. Led b och f kördes vid en tidpunkt, men led c, d och E kunde inte behandlas förrän fyra dagar senare (bilaga 1). Därför är inte ogräseffekterna presenterade för försöket i Borgeby. Men eftersom leden med kombinerad bandsprutning och radrensning utfördes på samma gång finns borgebyförsöken med i sammanställningen över placeringseffekter och dammätning.

Registrering och avläsning av ogräs

Ogräsen räknades och artbestämdes i början av juli, en vecka efter sista radrensningen. Antalet ogräs i raden (15 cm) räknades och artbestämdes på en sträcka av 30 meter (6 * 5 meter) per parcell. De obehandlade leden räknades endast på en representativ sträcka av 2 meter per parcell på grund av det stora ogräsantalet.

Statistiska analyser

Resultaten av ogräsräkningarna analyserades med variansanalys och medeltalen jämfördes med LSD-test. Analyserna av de enskilda försöken i Skabersjö och S.Sallerup baserades på ogräsantalen från de enskilda parcellerna och LSD 95% värdena räknades sedan om till ogräseffekt.

Värdena från dammätningen analyserades inte statistiskt p.g.a. för få mätningar.

RESULTAT OCH DISKUSSION

Herbicideförbrukning

Bandsprutning med 12 cm bandbredd och separat radrensning gav 75 % lägre herbicideförbrukning än bredsprutning (tabell 2). Den högre förbrukningen i led b beror på att alla behandlingarna bredsprutades. I leden med endast bandsprutning (c, f) var förbrukningen totalt under 1 kg aktiv substans i Skabersjö och S.Sallerup. Minskningen av mängden verksamt substans beror på i vilken omfattning bandsprutningen tillämpas. De kombinerade behandlingarna (led d och E) bredsprutades första behandlingen vilket gjorde att herbicidebesparingen endast blev 55 % jämfört med bredsprutat. Den högre förbrukningen i led E beror på 20-25 % högre dos än led d.

Tabell 2. Totala förbrukningen av aktiv substans i tre försök. Skabersjö och S.Sallerup fick samma behandling. Led enligt tabell 1

Led	Behandling	Borgeby (fyra spruttillfällen)		Skabersjö och S.Sallerup (tre spruttillfällen)	
		Aktiv substans (kg/ha)	Relativtal	Aktiv substans (kg/ha)	Relativtal
b	bred	4,55	100	3,39	100
c	band	1,36	30	0,98	29
d	bred + band	1,97	43	1,48	44
E	bred + band	2,41	53	1,83	54
f	band	1,10	24	0,88	26

Tidsförbrukning

Tidsförbrukningen har schablonmässigt beräknats för de olika behandlingsalternativen. I beräkningsunderlaget (tabell 3) har en tidsfaktor använts för att ta hänsyn till vändningar och påfyllnad av sprutan etc. Tidsfaktorn för sprutning vid sådd är mindre än 1 då sådden skall utföras ändå, och det är bara fyllningstiden som skall belasta ogräsbekämpningen. Radavståndet i beräkningarna var 50 cm.

Tabell 3. Beräkningsunderlag för tidsberäkningen

Arbetsmoment	Arbetsbredd (m)	Körhastighet (km/h)	Tidsfaktor	Beräknad kapacitet (h/ha)
Bredsprutning	24	7,5	1,75	0,10
Bandsprutning	9 (18 rader)	8,0	1,75	0,24
Kombinerad behandling	9 (18 rader)	5,0	1,75	0,39
Radrensning	9 (18 rader)	5,0	1,25	0,28
Sprutning vid sådd	9 (18 rader)	5,0	0,75	0,16

Separat bandsprutning och radrensning tar mer än dubbelt så lång tid som bredsprutning, medan kombinerad behandling endast tar 1,5-2 gånger så lång tid, beroende av om en avslutande radrensning behöver utföras (tabell 4).

Led d är den praktiskt mest intressanta behandlingen med den kombinerade maskinen. Tidsbesparingen jämfört med bandsprutning och radrensning i separata moment är dock endast ca 10 % (tabell 4). Men den avslutande radrensningen i det kombibehandlede alternativet kan uteslutas om ogrästrycket är normalt. Bandsprutning behöver emellertid två radrensningar då ogräset annars riskerar bli för stort. Utesluts den sista radrensningen i kombinerade behandlingen blir tidsbesparingen 45 % jämfört med bandsprutning och radrensning i separata moment.

Med en mer utvecklad teknik för den kombinerade bandsprutningen och radrensningen kan hastigheten ökas och större tidsbesparingar göras.

Tabell 4. Tidsåtgång för olika behandlingar

Led	Behandling	Tidsåtgång (h/ha)	Relativtal
b	3 bred + 1 radrensning	0,58	100
c	1 band vid sådd + 2 kombi + 1 radrensning	1,22 (0,94*)	200 (160*)
d, E	1 bred + 2 kombi + 1 radrensning	1,16 (0,88*)	190 (150*)
f	3 band + 2 radrensning	1,28	210

* Tidsåtgång och relativtal utan sista radrensningen

Ogräseffekt

De olika bandsprutade alternativen gav samtliga något sämre ogräseffekt än bredsprutning (tabell 5). Det fanns inga signifikanta skillnader i ogräseffekt mellan de fyra bandsprutade leden. Led E som behandlades med högre dos för att klara damningen bättre, har inte haft högre effekt.

Allmänt sett var det ett högt ogrästryck på försöksplatserna. Första behandlingen sattes in för sent, och hade därför relativt dålig effekt. Förekomsten av ogräs var därför hög vid andra och tredje behandlingen. Trots detta blev det bandsprutade b-ledet i princip ogräsfritt, medan det bitvis var mycket ogräs kvar i de bandsprutade leden.

Tabell 5. Ogräseffekt (%) i juni på två försöksplatser. Led enligt tabell 1

Led	Behandling	Skabersjö	S.Sallerup	Medel
a	Obehandlat	0	0	0
b	Bredsprutning	98	100	99
c	Bandsprutning vid sådd + 2 komb. behandlingar	88	98	93
d	Bredsprutning + 2 komb. behandlingar	86	97	92
E	Som led d men med 20-25 % högre dos	88	97	92
f	Bandsprutning + separat radrensning	91	97	94
Antal ogräs/m i raden (obehandlat)		15	38	26
LSD 95 %		11	3	7

Även för de enskilda ogräarterna var tendensen att bredsprutning gav bäst effekt och bandsprutning var något sämre (tabell 6). Effekten var generellt låg mot snärjmåra, vilket beror på att dosen var för låg.

Tabell 6. Ogräseffekt (%) på olika arter. Led enligt tabell 1

Led	Behandling	Åkerbinda (<i>Polygonum convolvulus</i>)	Raps (<i>Brassica napus</i>)	Snärjmåra (<i>Gallium aparine</i>)
a	Obehandlat	0	0	0
b	Bredsprutning	100	100	87
c	Bandsprutning vid sådd + 2 komb. behandlingar	94	96	71
d	Bredsprutning + 2 komb. behandlingar	92	95	63
E	Som led d men med 20-25 % högre dos	95	94	60
f	Bandsprutning + separat radrensning	93	95	74
Antal ogräs/m i raden (obehandlat)		12	10	3
Antal försök		1	2	1

Jordövertäckning

Radrensningen rörde upp mycket jord under behandlingarna. Detta var främsta orsaken till de försämrade ogräseffekterna i led behandlade med kombinerad bandspruta och radrensare.

Vid första behandlingen med den kombinerade bandsprutan och radrensaren (andra sprutningen) var betorna i hjärtbladstadiet eller på väg upp. Vid denna tidpunkt var det egentligen för tidigt att radrensa. Även om hackan kördes rakt gjorde jordsprutet från vinkelskär och framförallt ribbvälten att många betor och ogräs i raden blev helt eller delvis höljda av jord. Jorden försämrade herbicideffekten, antingen genom att skydda ogräsen från sprutduschen eller genom att binda sprutmedlet.

Problemet med jordsprut berodde på för nära raden ställda vinkelskär, samt för hög körhastighet. Om hastigheten sänktes blev vätskemängden för stor per hektar och det fanns risk för att sprutvätskan skulle rinna av ogräsbladen. Vinkelskären var konstruerade för att inte

kasta in jord eller sten i raden vid radrensning, men när betorna endast hade hjärtblad räckte det lilla jordsprutet för att skada betorna. Ett större problem hos JT-radrensaren var dock ribbvälten som kastade upp mycket jord efter sig och in i raden.

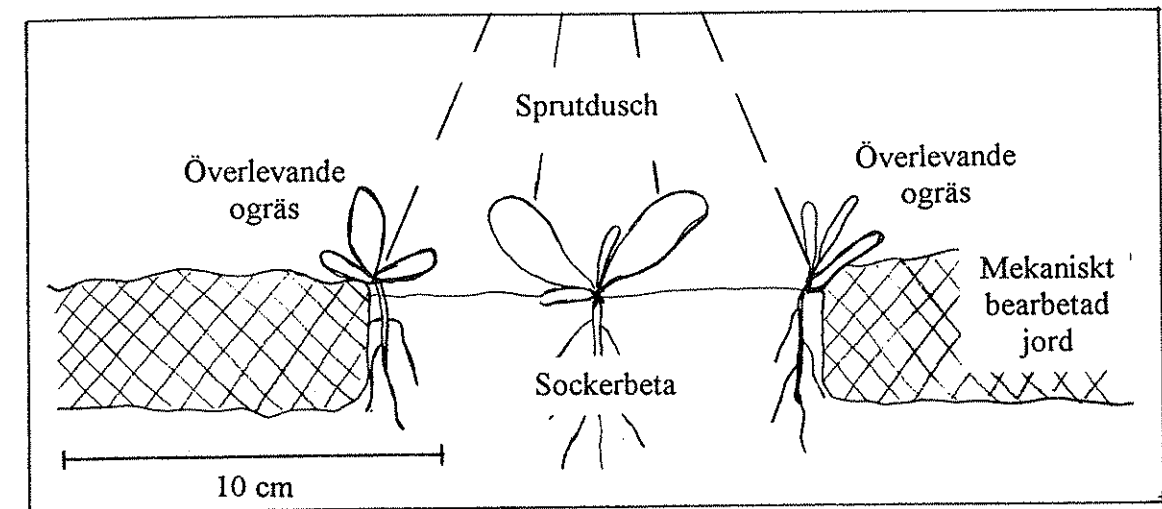
Jorden låg helt enkelt över ogräsen och skyddade dessa från sprutduschen. Munstycksplaceringen bak på radrensaren borde följaktligen vara sämre men skillnaderna var inte stora. Jordsprutet var så kraftigt att det även hämmade effekten på de ogräsplantor som precis fått sprutmedel på sig, alltså där munstycket satt fram till på hackan.

Randeffekter

Förhållandevis många ogräs överlevde i kantzonen mellan bandsprutningen och radrensningen. Vid ogräsräkningen observerades att $\frac{3}{4}$ av antalet ogräs stod precis i kanten av det bandsprutade bandet i leden med kombinerad sprutning och radrensning. Ofta var ogräsen större och till synes mindre påverkade av sprutmedel i kantzonen än ogräs mitt i raden.

I leden som behandlades med kombinerad maskin kan den dåliga effekten i kanten av raden kan inte förklaras av styrmissar. Den kombinerade behandlingen hade inte några mistor mellan bandsprutningen och radrensningen orsakade av styrmissar, då dessa var mekaniskt bundna till varandra. En anledning till den sämre effekten kan vara att jordsprutet var större precis i kanten än mitt i raden. En annan anledning till den försämrade kanteffekten kan vara att ogräsen växte precis så att de hade roten nära raden men bladmassan ute mellan raderna (figur 4). På så sätt fick de varken sprutmedel på sig eller blev uppkörda av vinkelskären. Ett visst överlapp mellan sprutad yta och radrensad yta måste finnas.

Bandsprutning och radrensning i separata moment resulterade i sämre effekter än väntat. Normalt bandsprutas 16-24 cm brett, men i försöket sprutades med 12 cm band, vilket visade sig vara för smalt. Ogräsen förekom även här i kanten, och de berodde till största delen på körmissar. Styrningen som var monterad på bandsprutan och radrensaren var inte tillräckligt exakt utan körmissor uppstod. Bandsprutning 12 cm brett tre gånger och radrensning två gånger med samma obehandlade bredd kräver att föraren med hjälp av styrningen kan styra exakt i samma spår, vilket inte lyckades.



Figur 4. Överlevande ogräs i kantzonen mellan det sprutade och det bearbetade bandet.

Sprutskuggor

Ogräseffekten var på vissa ställen något sämre på ogräs som fanns under betbladen. Problemet med sprutskuggor blev större ju större betorna var. Framförallt gällde detta i Borgeby där den sista behandlingen sattes in sent när betorna var relativt stora (10-12 blads stadiet). Den kombinerade bandsprutan och radrensaren hade endast ett sprutmunstycke per rad. Det medförde en ökad risk för sprutskuggor under betbladen. Vid smal bandbredd kommer munstycket lågt, vilket ökar sprutskuggorna. I Borgeby användes en högre placering av munstycket för att minska problemet, men vissa skuggeffekter syntes ändå. Snärjmåran som kom sent och var liten, doldes lätt av betbladen vid sista behandlingen.

Två munstycken per rad hade varit önskvärt, men då hade man med de aktuella munstyckena fått köra dubbelt så fort för att spruta samma mängd vätska per hektar och andra problem hade uppstått. Det mest gångbara alternativet hade varit att avstå från kombinerad bandsprutning och radrensning (och bredspruta istället) om betorna var för stora vid sista behandlingen.

Munstycksplacering och dammning

Vid alla körningarna var jorden så fuktig att det ej dammade synligt. Totaldammhaltsmätningen som gjordes i samband med den kombinerade bandsprutningen och radrensningen gav dock ett resultat. Det tyder på att dammiga förhållanden kan ge ännu högre värden. Mätningarna visade att det förekommer minst damm framför radrensaren och något mer precis framför gåsfoten, men avsevärt mer längst bak (tabell 7). Materialet är dock för litet för att kunna analyseras statistiskt.

Tabell 7. Dammhalter i mg/m³ luft för olika placeringar av munstyckena i radrensaren. Medelvärde av två skilda mätningar per plats redovisas

	Borgeby	Skabersjö	Medelvärde
Fram	3,0	1,4	2,2
Mitt	4,1	6,1	5,1
Bak	20,1	12,6	16,4

Placering framtill på hackan gav bäst resultat. Skillnaderna i ogräseffekt mellan olika placering av munstyckena var mycket små och ej signifikanta (tabell 8). Den förväntade skillnaden mellan placeringarna, som skulle uppstå p.g.a. dammningen, uteblev då jorden var fuktig. En fördel med placering framtill var möjligheterna till en enkel infästning. Placeringen bak blev mer tekniskt invecklad och den var känsligare då raderna svängde.

Tabell 8. Ogräseffekter vid olika placering av munstyckena. Medeltal av ogräseffekter oberoende av behandling

	Borgeby	Skabersjö	S.Sallerup	Medelvärde
Fram	97	94	97	96
Mitt	94	92	98	95
Bak	95	93	97	95
LSD 95 %				2

I den här undersökningen fanns ingen korrelationen mellan dammhalt och ogräseffekt. Eventuella skillnader i ogräseffekt beror mer på jordövertäckning än dammning. Trots att inget damm syntes vid behandlingarna visade alltså dammätningarna resultat. Det tyder på att dammningen kan vara ett problem utan att man ser det. Dammätningarna var inte så många, men det berodde på att redan i ett tidigt stadium framstod andra problem som större, varför dammningen begränsades i omfattning. Resultaten visar dock att mätning av dammhalt med filtermetoden är en användbar metod.

SLUTSATSER

Det största problemet i försöket var att det blev för mycket jordsprut från vinkelskären p.g.a. för hög hastighet och att skären satt för tätt ihop. Ett sätt att komma till rätta med det är att flytta isär skären vid första behandlingarna. Bandbredden måste ökas till 16 - 20 cm vid första tillfället. Då kan hastigheten sänkas och jordsprutet minskas utan att få för höga vätskemängder per hektar. Nackdelen är att det går åt mer sprutmedel med bredare band. Bättre munstycken som kan arbeta med lägre flöden skulle också möjliggöra lägre körhastighet utan att öka bandbredden.

Dammningen var inte något problem i denna undersökning. Men det utesluter inte att den kan bli ett problem ett torrare år. Därför får dammningen inte glömmas bort i framtida utvecklingsarbete.

Ett sätt att minska jordsprutet in i raden är att bearbeta mindre. JT-radrensaren är en kraftig typ av radrensare som rör upp mycket jord. Det är onödigt att röra upp så mycket jord för att köra upp små ogräs i hjärtbladsstadiet. Radrensaren borde vara av mindre och smidigare typ, och det räcker troligen med ett par skräppinnar för att dra upp ogräsen nära raden. En möjlighet är att sätta radrensningsutrustning på en bandspruta.

Skyddsplåtar eller skyddstallrikar som finns på de flesta radrensare kan skydda plantorna från jordsprut och sprutduschen från dammning. Det är dock svårt att få helt dammfritt över raden.

Ytterligare ett önskemål är att styra munstyckshöjden från marken istället för från ramen, som fallet har varit i denna undersökningen. Munstyckena kommer då att gå jämnare, med en jämnare sprutdusch som följd.

Metoden med kombinerad bandspruta och radrensare är ingen universallösning som fungerar i alla lägen. Det kan vara svårt att finna lämplig behandlingstidpunkt eftersom fuktiga förhållanden gynnar sprutningen, medan radrensningen fungerar bättre vid torra förhållanden. Kombinerad behandling måste bli en kompromiss. Än så länge bör metoden användas när förutsättningarna är bra. Kommer man tillrätta med en del problem bl.a. jordöverhöjning och dammning, bör metoden kunna tillämpas även vid mindre gynnsamma förhållanden. Tids- och herbicidbesparingen gör emellertid metoden intressant som en lösning för odlare som vill minska den kemiska bekämpningen utan att behöva öka arbetsbördan så mycket som bandsprutning och radrensning i separata moment kräver.

REFERENSER

- Gustavsson, A., Eriksson, H-A. & Norén, O. 1978. Dammbelastning vid jordbruks-, skogs- och entreprenadmaskiner. *Jordbrukstekniska institutet, Specialmeddelande 26*. Uppsala.
- Krantz, S. & Christensson, B. 1974. Filterprovtagning av fasta aerosoler. *Arbetskyddsstyrelsen, Utbildning 012 / 74*. Stockholm.
- Limb, R. 1993. High-tech band-sprayer. *British sugar beet review* 61 (4), 18.
- Olsson, R. 1989. Bandsprutning - ekonomi och miljöhänsyn i förening. *30:e svenska växtskyddskonferensen, Sveriges Lantbruksuniversitet*. Uppsala. 103-112.
- Olsson, R. 1995. Integrerad produktion av sockerbetor - nya metoder mot ogräs. *36:e svenska växtskyddskonferensen, Sveriges Lantbruksuniversitet*. Uppsala. 383-393.
- Olsson-Sörensson, M. 1991. Bandsprutning- bredsprutning- radrensning. *Sockernäringens Samarbetskommitté, Försöksverksamhet i sockerbetor 1990*. Staffanstorp. 22:1-11.
- Olsson-Sörensson, M. 1992. Bandsprutning- bredsprutning- radrensning. *Sockernäringens Samarbetskommitté, Försöksverksamhet i sockerbetor 1991*. Staffanstorp. 28:1-6.
- Palmer, G.M. & May, M.J. 1986. Band versus overall spraying -relative merits and cost-effectiveness. *Aspects of Applied Biology* (13), 25-32.
- von Wevers, J.D.A. 1991. Zuckerrüben: Bandspritzung und Hacke optimieren. *Pflanzenschutz-Praxis, (1)*, 10-12.

Personliga meddelanden.

- Abrahamson, T. 1996. Arbetsmiljöingenjör. Danisco Sugar AB, Malmö.
- Bergström, J. 1996. Jordbrukstekniska institutet, Uppsala.
- Ebelin, A. 1996. Utvecklingsagronom- teknik/ogräs. Jordbruksteknik, Danisco Sugar AB, Malmö.

Behandlingsdata från försöken. (Kolumn två gäller två försök). Försöksled enligt tabell 1.

Försöksplats	Borgeby	Skabersjö och S.Sallerup
Sådd	21/4	20/4
Herbicidebehandling		
Vid sådd [datum led dos]	21/4 c 2 G	20/4 c 2 G
Efter uppkomst		
1. [datum led dos]	3/5 b, d, E, f 1G+1B+0,2T+1R	3/5 b, d, E, f 1G+1B+1R
2. [datum led dos]	14/5 b, f Normal dos: 1,5G+1,5B+0,2T+1,5R	14/5 b, f Normal dos: 1,5G+1,5B+0,2T+1,5R
	15/5 c, d, E Hög dos (led E): 2,5G+2,5B+0,3T+1,5R	15/5 c, d, E Hög dos (led E): 2,5G+2,5B+0,3T+1,5R
3. [datum led dos]	1/6 b, f Normal dos: 1G+1B+0,4T+1R	6/6 b, f Normal dos: 1G+1,5B+0,4T+1R
	5/6 c, d, E Hög dos (led E): 1,5G+1,5B+0,4T+1R	7/6 c, d, E Hög dos (led E): 1,5G+2B+0,4T+1R
4. [datum led dos]	12/6 c, d, E Normal dos: 1,5G+2B+0,4T+1,5R Hög dos (led E): 2G+2,5B+0,4T+1,5R	
	15/6 b, f	
Radrensning		
1. [datum led behandling]	15/5 c, d, E Kombinerad bandsprutning och radrensning	15/5 c, d, E Kombinerad bandsprutning och radrensning
2. [datum led behandling]	5/6 c, d, E, f Endast radrensning i led f	7/6 c, d, E, f Endast radrensning i led f
3. [datum led behandling]	12/6 c, d, E, f Endast radrensning i led f	24/6 Alla led Slutradrensning
4. [datum led behandling]	24/6 Alla led Slutradrensning	

G= kg/ha Goltix WG (metamitron 700 g/kg)

B= l/ha Betanal SC (fenmedifam 160 g/l)

T= l/ha Trammat 50 SC (etofumesat 500 g/l)

R = l/ha Rako (vegetabilisk olja)